
APLICACIÓN DE MÉTODOS DE PREVISIÓN EN LAS SOLICITUDES DE PATENTES Y MARCAS EN ESPAÑA

ANTONIO HIDALGO NUCHERA

Profesor Titular de Organización de Empresas
Universidad Politécnica de Madrid

SAMUEL GABALY MÁRQUEZ

Director de Análisis de Datos
Gabaly Diseño S.L.

Desde que el análisis económico se ha interesado por el estudio de los problemas asociados al cambio tecnológico (década de los 80 del siglo pasado) se ha procedido a identificar indicadores adecuados que permitan explicar de forma coherente las actividades tecnológicas y su relación con la eficiencia económica. Si en sus inicios los estudios se centraron

en el análisis de las actividades de investigación y desarrollo (I+D), en la actualidad el campo de análisis se ha desplazado hacia otro tipo de variables más orientadas hacia la acumulación de conocimientos y capacidades, donde la patente aporta una información relevante (Freeman, 1982; Pavitt, 1988; Dosi, 1988). Por esta razón, el actual desarrollo de la demanda de solicitudes de patentes constituye un elemento de referencia ya que permite identificar modelos asociados al cambio tecnológico.

Sin duda, al constituir las patentes un excelente indicador del cambio tecnológico, el estudio de las previsiones de solicitudes de patentes y marcas se ha convertido recientemente en un campo de interés, en particular, por parte de las principales oficinas de patentes, como es el caso de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO), la Oficina de Patentes de Japón (JPO) y la Oficina Europea de Patentes (EPO).

Este interés se deriva también de la necesidad que tienen estas organizaciones de diseñar con eficacia

sus estrategias empresariales y planificar sus recursos, apoyándose en modelos sofisticados que les permitan adelantar información sobre la evolución del cambio tecnológico.

La USPTO utiliza tres tipos diferentes de modelos de previsión anual de solicitudes de patentes: el modelo Naive, el modelo ARIMA y el modelo econométrico (Adams *et al.*, 1997). Por su parte, la EPO aplica dos modelos de previsión específicos: un modelo lineal, denominado análisis de tendencias y basado en métodos de series temporales, y un modelo de transferencia basado en métodos de regresión (Hingley y Nicolas, 2004). Diferentes combinaciones de estos modelos se utilizan también, de manera más específica, por diferentes oficinas nacionales de patentes, como es el caso del Instituto Federal de la Propiedad Intelectual de Suiza, para analizar la evolución de las solicitudes de marcas (Bock *et al.*, 2004).

En el caso de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), su capacidad para efectuar una

eficiente planificación de sus necesidades de recursos requiere de la aplicación de métodos de previsión tecnológica que le permitan predecir en el futuro la evolución del número de solicitudes de patentes y marcas en los diferentes horizontes de corto, medio y largo plazo. Con este objetivo, la OEPM ha impulsado un proyecto de investigación con la finalidad de desarrollar una metodología para predecir la evolución del número de solicitudes de patentes y marcas nacionales en un horizonte de tres años.

En este artículo se resumen los principales resultados obtenidos en este proyecto de investigación, en el que se han utilizado los datos agregados anuales de solicitudes de patentes y marcas nacionales del periodo comprendido entre los años 1979 y 2009. El enfoque predictivo adoptado para las series históricas de patentes y marcas ha consistido en la utilización de diferentes técnicas de predicción de series temporales que se han comparado para obtener una serie de predicciones para las variables objetivo en un horizonte temporal de corto plazo. En este trabajo de investigación se han considerado un total de cuatro series temporales a modelizar en el análisis de su evolución y prospectiva a futuro:

- Solicitudes de patentes nacionales.
- Solicitudes de marcas totales (productos, servicios y sin clasificar).
- Solicitudes de marcas de productos.
- Solicitudes de marcas de servicios.

El artículo se ha estructurado en cuatro secciones. En primer lugar, se realiza una revisión de la literatura sobre la relación entre actividad económica y generación de patentes, lo que sirve de apoyo a la construcción de los diferentes modelos de previsión. En segundo lugar, se describen los datos utilizados en la investigación y, a continuación, se describen los modelos empíricos utilizados y los resultados obtenidos para cada una de las series temporales estudiadas. La sección final presenta las conclusiones más relevantes con la previsión de la evolución de las series temporales de solicitudes de patentes y marcas.

PATENTES Y ACTIVIDAD ECONÓMICA ¶

Desde que la literatura del desarrollo económico presta atención a los casos de países que se industrializaron con posterioridad a la primera Revolución Industrial, un aspecto analizado es el referido al papel de la tecnología como factor impulsor o retardador del proceso de acercamiento a los líderes (Gerschen-

kron, 1962; Rosenberg, 1976; Hobday, 1995). En este contexto, las patentes se han convertido en un indicador de referencia ya que se encuentran intrínsecamente relacionadas con los procesos de innovación y con el cambio científico y tecnológico (Hidalgo, Molero y Granda, 2007).

Los primeros estudios desarrollados por Schmookler pusieron de manifiesto, por un lado, que las invenciones técnicas tienen una causa económica y que el nivel de actividad inventiva de un país está influenciado por un conjunto de variables tales como el número de trabajadores con cualificación técnica, los insumos industriales y el Producto Interior Bruto (Schmookler, 1954). Años más tarde, este mismo autor estudió la proporción de patentes usadas comercialmente e identificó las diferentes dimensiones que presenta la innovación cuando realmente se desarrolla: ganancias o pérdidas en términos económicos derivadas de la innovación, la relación de *output* por unidad de *input*, el efecto que las patentes provocan sobre los ingresos de los productos que compiten entre sí, así como con los que son complementarios a la innovación, y el cambio en el Producto Interior Bruto ocasionado por las innovaciones y las imitaciones (Schmookler, 1966; Hidalgo, 2009).

Continuando con esta línea de estudios, Pavitt (1982) encontró evidencias que sugieren que el incremento en el número de patentes de un país está directamente relacionado con un aumento en el gasto en I+D. Esta misma hipótesis fue comprobada por Scherer (1983), que estudió la relación entre gastos en I+D y generación de patentes en una muestra de 443 empresas y 15.112 patentes norteamericanas de residentes de ese país en el periodo 1976-1977. Por su parte, Bosworth y Westaway (1984) encontraron la existencia de un retraso de, aproximadamente, un año entre la aplicación del gasto de I+D y la solicitud de la patente generada.

A partir de estos estudios, el uso de la información contenida en las patentes ha experimentado un cambio más que significativo, de forma que en la actualidad es casi imposible encontrar estudios sobre los procesos de innovación o las capacidades tecnológicas de cualquier organización (empresa, universidad, centro de investigación) sin que se utilicen las patentes como indicadores asociados. Un enfoque de interés apunta al reconocimiento de que los esfuerzos en I+D tienen un impacto positivo en el incremento del stock de conocimiento de la empresa (Hall, Griliches y Hausman, 1986). Asumiendo la hipótesis de que el conocimiento acumulado se deprecia con el tiempo, haciendo que la contribución de la I+D tenga menos valor, estos autores utilizaron las solicitudes de patentes como un posible indicador del valor añadido del conocimiento generado en un periodo de tiempo.

En esta misma línea, estudios posteriores han comparado el impacto del valor de la protección de las patentes con los gastos en I+D y sugieren que las patentes tienen un impacto limitado pero importante en estos gastos. El método consiste en calcular las *tasas de subvenciones equivalentes* de las patentes, es decir, dividir su valor estimado entre los gastos en I+D de la empresa para producir esas patentes. Las tasas obtenidas se corresponden con las subvenciones que las empresas necesitarían para mantener la I+D en su nivel actual si no hubiese patentes. Utilizando esta metodología, Pakes (1986) calculó las tasas de subvenciones equivalentes en la I+D financiada por las empresas en tres países europeos en la década de los setenta del siglo pasado y obtuvo estimaciones del 6,8% en Francia, del 5,6% en Alemania y del 5,7% en el Reino Unido.

Por su parte, Schankerman (1998), utilizando datos sobre todas las solicitudes y renovaciones de patentes en Francia para los periodos 1969-1982 y 1969-1987, detectó una tasa de subvenciones equivalentes del 15,6%. En comparación con otros instrumentos de política tecnológica como las desgravaciones fiscales, estas cifras parecen creíbles (Gambardella et al., 2008).

En un estudio más reciente, basado en una encuesta del año 1994 a directores de I+D de empresas norteamericanas, Arora, Ceccagnoli y Cohen (2003) emplearon otra metodología denominada como *prima de patente* para calcular el valor de la protección de las patentes y su efecto en el gasto en I+D. Estos autores definen la prima de patente como la diferencia entre el valor de la innovación antes y después de que se haya patentado, por lo que puede ser positiva o negativa. El estudio refleja que esta prima, antes de patentar la innovación, tiene como promedio un valor negativo, es decir, que el valor previsto de una innovación se reduciría entre un 10% y un 50% si la innovación se patentase, lo que pone de manifiesto el hecho de que muchas innovaciones no se patentan porque sus inventores creen que la protección de la patente sería ineficaz, mientras que la publicación de la patente aumentaría el riesgo de que se imite la innovación. Por el contrario, cuando el estudio se centra en las innovaciones patentadas, detectan una prima de patente positiva de entre el 75% y el 125%, lo que aumenta en una fuerte medida la recuperación de las inversiones en I+D de las empresas innovadoras.

Otros análisis se centran en el interés de las empresas en utilizar las patentes como una señal para atraer a inversores financieros (Lemley, 2000), por lo que las patentes pasan a ser un factor determinante del valor de las empresas. De hecho, los mercados de capitales utilizan las patentes de las empresas como indicadores de sus actividades inventivas

y, normalmente, asumen que las patentes están correlacionadas con la capacidad de las empresas para innovar, pero también con características menos observables como el capital intelectual o el nivel y la productividad del gasto en I+D (Long, 2002). En un estudio empírico sobre 4.800 empresas manufactureras estadounidenses durante el período 1957-1995, Hall (2000) detectó que «un mayor rendimiento de una patente por cada millón de I+D está asociado a un incremento del 2% en el valor de mercado de la empresa».

Por último, aunque existen escasas pruebas empíricas sobre esta cuestión en la literatura, las patentes también parecen constituir un factor clave para que las empresas de nueva creación atraigan al capital riesgo (Lemley, 2000; Long, 2002, Kamiyama et al., 2006). Los inversores en capital riesgo creen que las patentes de elevado valor son uno de los factores más importantes a la hora de adoptar decisiones de inversión, especialmente en una primera fase. En este contexto, las empresas de nueva creación cuentan con incentivos concretos para presentar patentes, lo que podría explicar porqué, en dos estudios empíricos realizados en la industria estadounidense de semiconductores (Hall y Ziedonis, 2001) y en el sector manufacturero estadounidense (Mansfield, 1986), las empresas de nueva creación presentan una mayor propensión a patentar que otras empresas.

EVOLUCIÓN DE LAS SOLICITUDES DE PATENTES Y MARCAS EN ESPAÑA ¶

El análisis de las series históricas de solicitudes de patentes y marcas nacionales en España se centra en el periodo 1979-2009 y su evolución está condicionada, en parte, por los diferentes hitos y cambios normativos que se han producido en ese intervalo de tiempo. En el gráfico 1 se muestra la evolución del número de solicitudes de patentes nacionales en la OEPM. Las principales características que se observan en la serie se resumen en:

■ Una drástica caída en el número de solicitudes de patentes nacionales en el año 1986 como consecuencia del cambio en la legislación española debido a la entrada en vigor en España del Convenio de Munich de Patentes Europeas. Dicho cambio trajo asociado el paso de un sistema de patentes antiguo a otro moderno y más riguroso, haciendo que el sistema «filtre» las innovaciones.

■ Esta tendencia a la baja se mantuvo hasta el año 1989 en que se produjo un repunte puntual en las solicitudes de patentes que podría estar relacionado con la entrada de España en el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT).

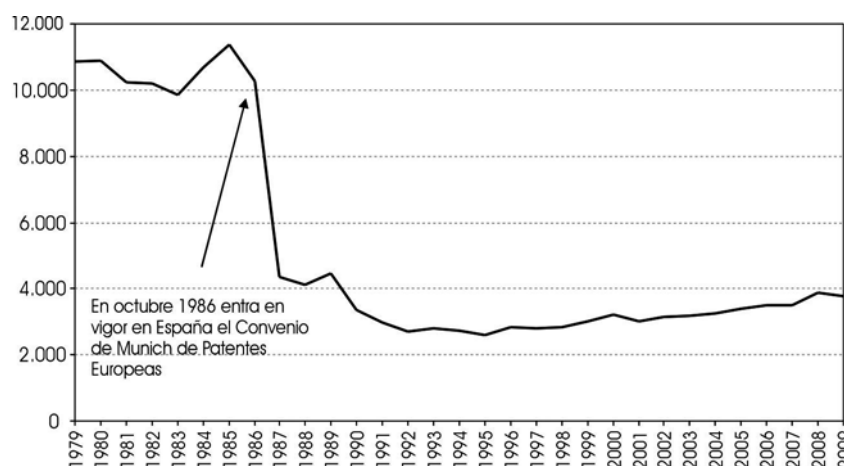


GRÁFICO 1

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL NÚMERO DE SOLICITUDES DE PATENTES NACIONALES

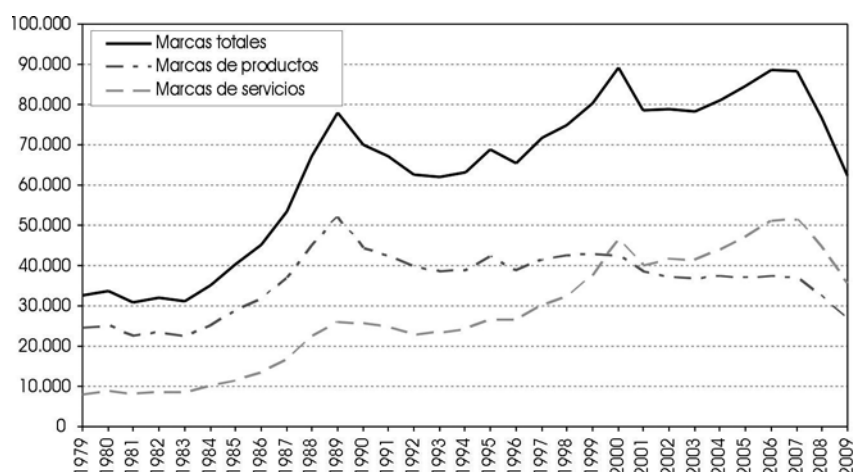
FUENTE:
OEPM

GRÁFICO 2

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL NÚMERO DE SOLICITUDES DE MARCAS NACIONALES

FUENTE:
OEPM

■ A partir del año 1995 se observa una tendencia creciente en el número de solicitudes de patentes, que en 2008 alcanza el nivel de 1988 (alrededor de 4.000 solicitudes), confirmando una tendencia hacia la recuperación en el número de solicitudes, aunque muy lejos de las cerca de 10.000 solicitudes de patentes anuales alcanzadas en el año 1986.

La evolución de la serie histórica de solicitudes de marcas nacionales se muestra en el gráfico 2, en el que se han diferenciado las solicitudes de marcas de productos y las de servicios de acuerdo con la Clasificación de Niza de 1957. Hay que hacer la observación de que la serie de solicitudes de marcas totales comprende las de productos y las de servicios, más un pequeño número de solicitudes de marcas sin clasificar.

La observación de las series de solicitudes de marcas nacionales pone de relieve tres repuntes especí-

ficos en los años 1989, 2000 y 2006, este último como consecuencia de la entrada en vigor en 2005 de la solicitud electrónica de la marca que agilizó y abarató el procedimiento. A partir del año 2007, la tendencia ha sido a la baja en todas las clases analizadas, lo que probablemente sea debido a los efectos negativos de la crisis económica en España. Es importante resaltar también cómo el número de solicitudes de marcas de servicios supera por primera vez al de solicitudes de marcas de productos en el año 2000.

Si bien este análisis se ha centrado en los hitos más relevantes en el periodo considerado, es posible que en las respectivas evoluciones de las series de solicitudes de patentes y marcas hayan influido además otros hitos de más difícil explicación. Por esa razón, en el cuadro 1 se reflejan el conjunto de hitos de carácter normativo que se han producido en el periodo analizado.

CUADRO 1
HITOS RELEVANTES EN PATENTES Y MARCAS EN ESPAÑA

Patentes

1986	Nueva Ley de Patentes (Ley 11/1986)
1986	Entrada en el Convenio de Munich (Patente Europea)
1989	Entrada en el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT)
1990	Implantación del IET en el sector agroalimentario
1991	Implantación del IET en todos los sectores
1992	Fin del periodo transitorio para la patentabilidad de patentes de producto
1992	Reglamento (CEE) 1768/92 certificado complementario de protección para los medicamentos
1996	Instrucción 2/1995, de 30 de diciembre, de la OEPM sobre los ADPICs
1996	Reglamento (CEE) 1610/96 certificado complementario de protección para los productos fitosanitarios
2000	Implantación examen previo voluntario sector agroalimentario
2001	Implantación examen previo voluntario en todos los sectores
2002	Directiva comunitaria biotecnología
2002	Real Decreto 55/2002, de 18 de enero, sobre explotación y cesión de invenciones realizadas en los entes públicos de investigación
2008	Implantación de la opinión escrita en patentes
2009	Solicitud electrónica de patentes

Marcas

1993	Reglamento (CEE) 40/94 del Consejo, de 20 de diciembre de 1993, sobre la marca comunitaria
2001	Ley de Marcas (Ley 17/2001)
2003	Ley de Diseño Industrial (Ley 20/2003)
2005	Solicitud electrónica de marcas
2007	Protocolo concerniente al Arreglo de Madrid relativo al Registro Internacional de Marcas
2009	Reducción de tasas de las marcas comunitarias

FUENTE: Elaboración propia

MODELOS DE PREVISIÓN Y RESULTADOS

Existen diferentes tipos de métodos de previsión. De acuerdo con Meade (2000), la selección del método de previsión más conveniente descansa en dos afirmaciones concretas:

■ Las características de las series temporales de datos son un factor importante a la hora de determinar el rendimiento relativo de los diversos métodos de previsión.

■ Los métodos estadísticos más complejos o sofisticados no llevan necesariamente a resultados más precisos.

De acuerdo con esta última afirmación, el enfoque predictivo adoptado para las series históricas de solicitudes de patentes y marcas en España ha consistido en la utilización de diferentes técnicas de predicción de series temporales que se han comparado para obtener una serie de predicciones para las variables objetivo en un horizonte temporal de corto plazo. Los métodos empleados se pueden agrupar en dos ámbitos específicos: modelos de regresión de tendencias y modelos avanzados de series temporales.

Modelos de regresión de tendencias

La primera aproximación, a partir de las series de datos originales de solicitudes de patentes y marcas, ha sido calcular estimaciones de modelos de regresión contruidos a partir de la extrapolación de tendencias observadas en las series de datos anuales (Draper y Smith, 1981). En esta etapa se han creado modelos de regresión lineales y cuadráticos con diferentes plazos temporales.

La representación de un modelo de estas características obedece a la siguiente explicación: si se representa por y_t a las solicitudes realizadas en cada año t estudiado (ya sean de patentes o marcas, según el caso), y por e_t la parte no explicada del modelo, o término de error, el cual se asume que está distribuido de manera independiente en cada punto temporal con un valor medio de 0, un modelo de tendencia lineal tiene la forma $y_t = a + bt + e_t$, y un modelo de tendencia cuadrática obedece a la ecuación $y_t = a + bt + ct^2 + e_t$ (Maddala, 2001).

Siguiendo las pautas de la Oficina Europea de Patentes, en esta investigación se han considerado tres horizontes temporales para los modelos lineales: largo plazo (desde 1979 hasta 2009), medio plazo (desde

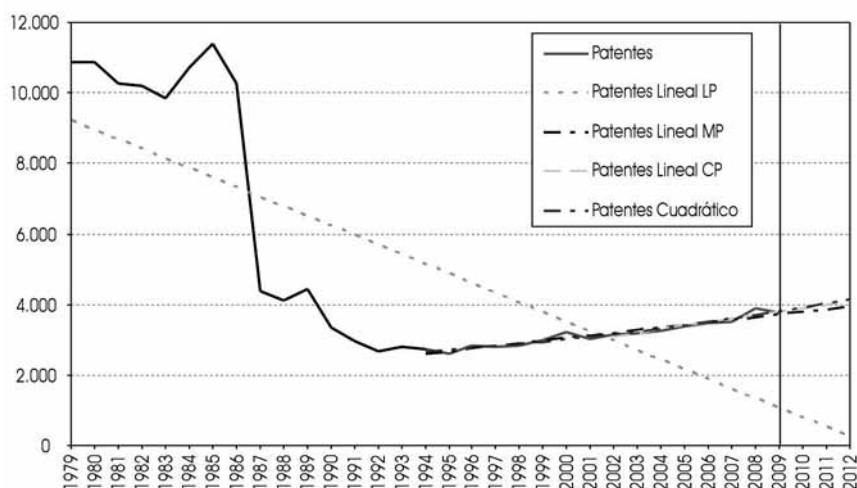


GRÁFICO 3

**MODELOS DE REGRESIÓN
DE TENDENCIAS APLICADOS
A LAS SOLICITUDES DE
PATENTES NACIONALES**

FUENTE:
Elaboración propia

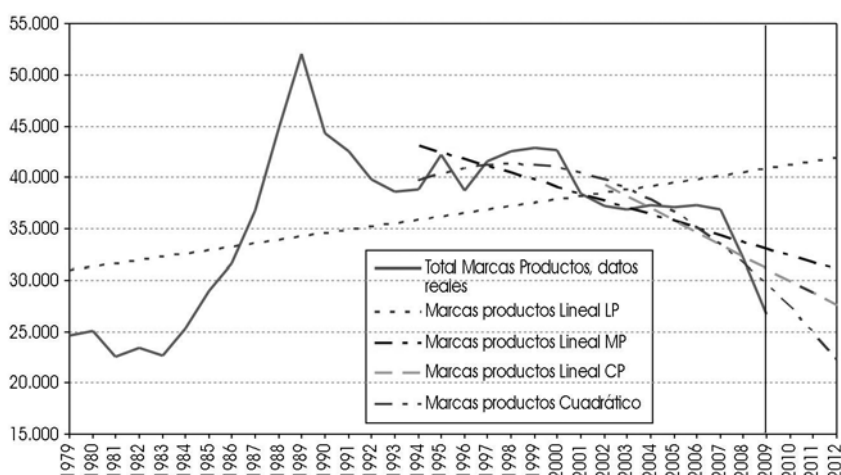


GRÁFICO 4

**MODELOS DE REGRESIÓN
DE TENDENCIAS APLICADOS
A LAS SOLICITUDES DE
MARCAS NACIONALES DE
PRODUCTOS**

FUENTE:
Elaboración propia

1994 hasta 2009) y corto plazo (desde 2002 hasta 2009). El modelo cuadrático se ha construido sobre la serie de datos a medio plazo, es decir, desde 1994 hasta 2009. El criterio para llevar a cabo la selección del modelo más apropiado se ha basado en la bondad del ajuste de cada modelo a los datos.

El gráfico 3 muestra las proyecciones de series temporales creadas a partir de los modelos lineales y cuadráticos para el caso de las solicitudes de patentes nacionales. Se observa que el comportamiento de los modelos lineales a corto y medio plazo, así como el modelo cuadrático, es muy similar, apuntando a una tendencia ligeramente ascendente. Estos tres modelos tienen unos buenos ajustes a los datos de la serie con valores que oscilan entre 0.89 y 0.94. Por su parte, el modelo lineal a largo plazo muestra una tendencia

muy alejada a las previsiones de los demás modelos, lo que se debe a que al abarcar un periodo mayor de datos, recoge un conjunto de cambios bruscos de tendencia.

El análisis de las proyecciones de series temporales creadas a partir de los modelos lineales y cuadráticos para el caso de las solicitudes de marcas nacionales de productos se representa en el gráfico 4. Se aprecia que, si bien la tendencia lineal a largo plazo es creciente, aunque con un ajuste no muy significativo ($R^2=0.15$), a medio y corto plazo las tendencias lineales y cuadrática son decrecientes, indicando un declive claro de las solicitudes de marcas de productos a partir del año 2000, que se acentúa a partir del año 2008, debido probablemente a los efectos de la crisis económica en España. De los modelos evaluados en

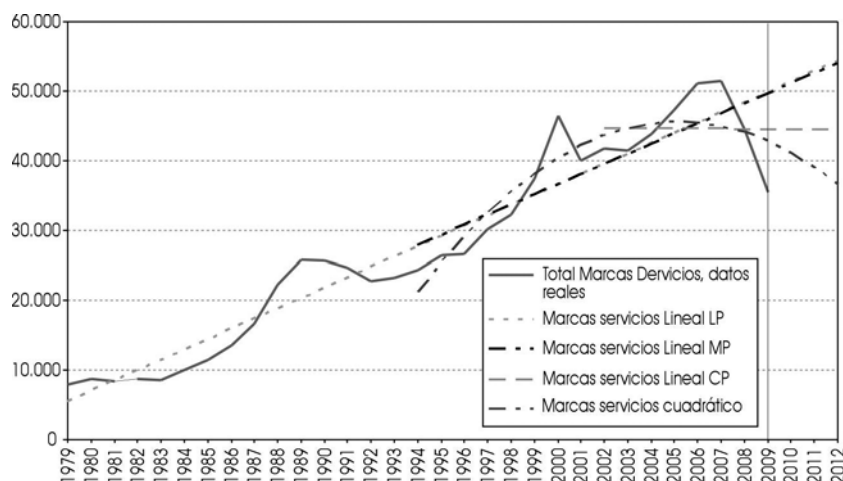


GRÁFICO 5

MODELOS DE REGRESIÓN
DE TENDENCIAS APLICADOS
A LAS SOLICITUDES DE
MARCAS NACIONALES DE
SERVICIOS

FUENTE:
Elaboración propia

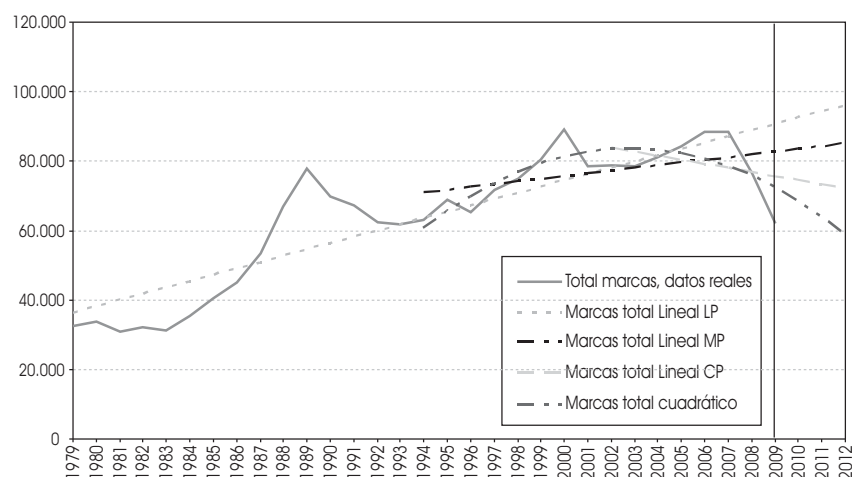


GRÁFICO 6

MODELOS DE REGRESIÓN
DE TENDENCIAS APLICADOS
A LAS SOLICITUDES DE
MARCAS NACIONALES
TOTALES

FUENTE:
Elaboración propia

el gráfico 4, el modelo cuadrático (a medio plazo) es el que mejor parece ajustarse a los datos de la serie de marcas de productos, con un R^2 de 0.79.

Por su parte, los modelos lineales y cuadrático para la serie temporal de solicitudes de marcas nacionales de servicios se reflejan en el gráfico 5. En el mismo se comprueba que, tanto a largo como a medio plazo, las tendencias lineales y cuadrática tienen pendientes positivas, si bien el modelo cuadrático cambia de tendencia a partir de 2006 pasando a ser decreciente, al igual que pasaba en la serie temporal de solicitudes de marcas de productos. Al contrario, el modelo lineal a corto plazo, que abarca el período entre 2002 y 2009, muestra una tendencia prácticamente plana con un ajuste muy bajo ($R^2=0.01$).

Por último, el análisis de estos modelos de regresión aplicados a la serie temporal de marcas totales nacionales (productos, servicios y no clasificadas) muestra una tendencia creciente en el comportamiento de los modelos lineales a medio y largo plazo, si bien este último es el que presenta un mejor ajuste ($R^2=0.74$). Tanto el modelo lineal a corto plazo como el modelo cuadrático tienen una tendencia decreciente y unos ajustes menos significativos, en particular el modelo lineal a corto plazo ($R^2=0.12$) (gráfico 6).

En el cuadro 2 se resumen los parámetros de regresión estimados de los modelos de tendencia analizados: lineal a largo, medio y corto plazo, y cuadrático (a medio plazo). Como se puede comprobar, los modelos que tienen un mejor ajuste son:

CUADRO 2
RESUMEN DE LOS MODELOS DE TENDENCIA Y PARÁMETROS DE REGRESIÓN ESTIMADOS

Serie temporal	Tipo de modelo	Resumen del modelo					Parámetros estimados		
		R ²	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b	c
Patentes	Lineal LP	56,9%	38,283	1	29	0,000	9501,9	-271,81	
	Lineal MP	92,5%	172,795	1	14	0,000	2531,0	74,42	
	Lineal CP	89,5%	50,947	1	6	0,000	2994,6	101,06	
	Cuadrático	94,0%	101,398	2	13	0,000	2647,7	35,50	2,29
Marcas de productos	Lineal LP	15,5%	5,328	1	29	0,028	30584,9	331,07	
	Lineal MP	57,7%	19,097	1	14	0,001	43791,7	-671,64	
	Lineal CP	55,5%	7,474	1	6	0,034	40459,2	-1172,85	
	Cuadrático	78,8%	24,097	2	13	0,000	38743,3	1011,15	-98,99
Marcas de servicios	Lineal LP	90,7%	281,703	1	29	0,000	4064,8	1478,68	
	Lineal MP	61,8%	22,629	1	14	0,000	26466,5	1452,60	
	Lineal CP	0,0%	0,000	1	6	0,985	44712,7	-17,96	
	Cuadrático	80,6%	27,034	2	13	0,000	16486,0	4779,43	-195,70
Marcas totales	Lineal LP	73,9%	82,138	1	29	0,000	34644,0	1810,75	
	Lineal MP	18,1%	3,098	1	14	0,100	70255,4	783,27	
	Lineal CP	12,0%	0,816	1	6	0,401	85195,5	-1189,55	
	Cuadrático	61,1%	10,230	2	13	0,002	55235,6	5789,86	-294,51

FUENTE: Elaboración propia

✓ Para solicitudes de patentes, los modelos cuadrático ($R^2=0.94$), lineal a medio plazo ($R^2=0.93$) y lineal a corto plazo ($R^2=0.90$).

✓ Para solicitudes de marcas de productos, el modelo cuadrático ($R^2=0.79$).

✓ Para solicitudes de marcas de servicios, el modelo lineal a largo plazo ($R^2=0.91$) y el modelo cuadrático ($R^2=0.81$).

✓ Para solicitudes de marcas totales, el modelo lineal a largo plazo ($R^2=0.74$).

Modelos avanzados de series temporales ▼

Con el objetivo de efectuar predicciones más precisas de los valores de las series temporales estudiadas se han aplicado una serie de modelos más avanzados de series temporales con un mejor ajuste (Pena, Tiao y Tsay, 2001). Los modelos de series temporales empleados son los siguientes:

- Modelo de alisamiento exponencial (tipo Holt).
- Modelo autorregresivo de orden 1 (AR1).
- Modelo ARIMA con estimación automática de coeficientes.

Modelo de alisamiento exponencial. En esta fase del análisis se ha empleado un modelo de alisamiento exponencial tipo Holt de tendencia (Holt, 1957) para modelizar y realizar predicciones a tres años de las series temporales de solicitudes de

patentes, marcas de productos, marcas de servicios y marcas totales. La aplicación de este modelo tiene su razón en el hecho de que es apropiado para series en las que no hay estacionalidad y porque permite detectar posibles tendencias lineales en los datos. El modelo tipo Holt utilizado es algo más general que otros modelos de alisamiento exponencial, como el modelo de Brown o los modelos simples, aunque el tiempo para la computación de sus algoritmos puede ser algo mayor para series temporales, en especial para series largas. Por otra parte, es muy similar a un modelo ARIMA con cero órdenes de autorregresión, dos órdenes de diferenciación y dos órdenes de media móvil, es decir, un modelo ARIMA (0,2,2).

En el modelo de alisamiento exponencial de Holt utilizado se han empleado los valores suavizados de periodos inmediatamente posteriores a los que se ajusta por el valor F_{t+1} para un porcentaje del nivel en el periodo presente X_t . En este modelo la previsión del periodo $t+1$ es igual a la previsión de los periodos anteriores más α veces la diferencia entre el valor actual y su predicción. Por tanto, se puede expresar por la siguiente ecuación:

$$F_{t+1} = (F_t + T_t) + \alpha(X_t - F_t - T_t)$$

donde F_{t+1} es el valor alisado para el periodo $t+1$, X_t es el valor real de la serie en el periodo t , T_t es la estimación de la tendencia, y α es la constante o parámetro de alisamiento para el nivel. Por su parte, la

CUADRO 3
 PARÁMETROS DE LOS MODELOS DE ALISAMIENTO EXPONENCIAL TIPO HOLT

		Estimación	ET	t	Sig.
Patentes	Alfa (nivel)	1,000	,199	5,026	,000
	Beta (Tendencia)	,001	,068	,010	,992
Marcas de productos	Alfa (nivel)	1,000	,195	5,128	,000
	Beta (Tendencia)	0,200	,162	1,233	,228
Marcas de servicios	Alfa (nivel)	1,000	,234	4,271	,000
	Beta (Tendencia)	,001	,056	,019	,985
Marcas totales	Alfa (nivel)	1,000	,233	4,287	,000
	Beta (Tendencia)	,001	,159	,004	,997

FUENTE: Elaboración propia

tendencia T_t se estima mediante la ecuación $T_t = \beta (F_t - F_{t-1}) X_t + (1 - \beta) T_{t-1}$, en la que se calcula la diferencia de los dos últimos valores suavizados. β representa la constante o parámetro de alisamiento de la tendencia.

En el cuadro 3 se muestran los valores de los parámetros de los modelos calculados. Se pone de manifiesto que en casi todas las series temporales el parámetro de nivel posee la mayoría del peso, con un valor unitario, descartando así la presencia de tendencias lineales intrínsecas en las series analizadas. Tan solo el caso de la serie de solicitudes de marcas de productos se aprecia cierto componente de tendencia, pues el valor del parámetro de tendencia es algo más elevado (0,2) aunque con un estadístico t relativamente bajo (1,23).

Modelos AR(1) y ARIMA con estimación automática de coeficientes. Los modelos ARIMA genéricos combinan tres tipos diferentes de procesos en un solo modelo: autorregresivos (AR), diferenciados (I) y procesos de media móvil (MA). El tipo de formulación utilizado para la representación de un modelo ARIMA es la siguiente: ARIMA (p,d,q), donde p es el orden de la autorregresión, d es el grado de la diferenciación y q es el orden de la media móvil empleado. En el modelo AR1, p=1 y q=d=0.

La siguiente ecuación expresa un modelo ARIMA de orden (p,d,q):

$$Y_t^{(d)} = C + \underbrace{\varphi_1 \cdot Y_{t-1}^{(d)} + \dots + \varphi_p \cdot Y_{t-p}^{(d)}}_{\text{Parte autorregresiva}} + \underbrace{\theta_1 \cdot \varepsilon_{t-1}^{(d)} + \dots + \theta_q \cdot \varepsilon_{t-q}^{(d)}}_{\text{Parte media móvil}} + \varepsilon_t^{(d)}$$

La diferencia existente entre un proceso tipo media móvil y otro autorregresivo es pequeña pero muy relevante. Cada valor de una serie tipo media móvil es una media ponderada de las perturbaciones aleatorias o ruido más recientes, mientras que cada valor

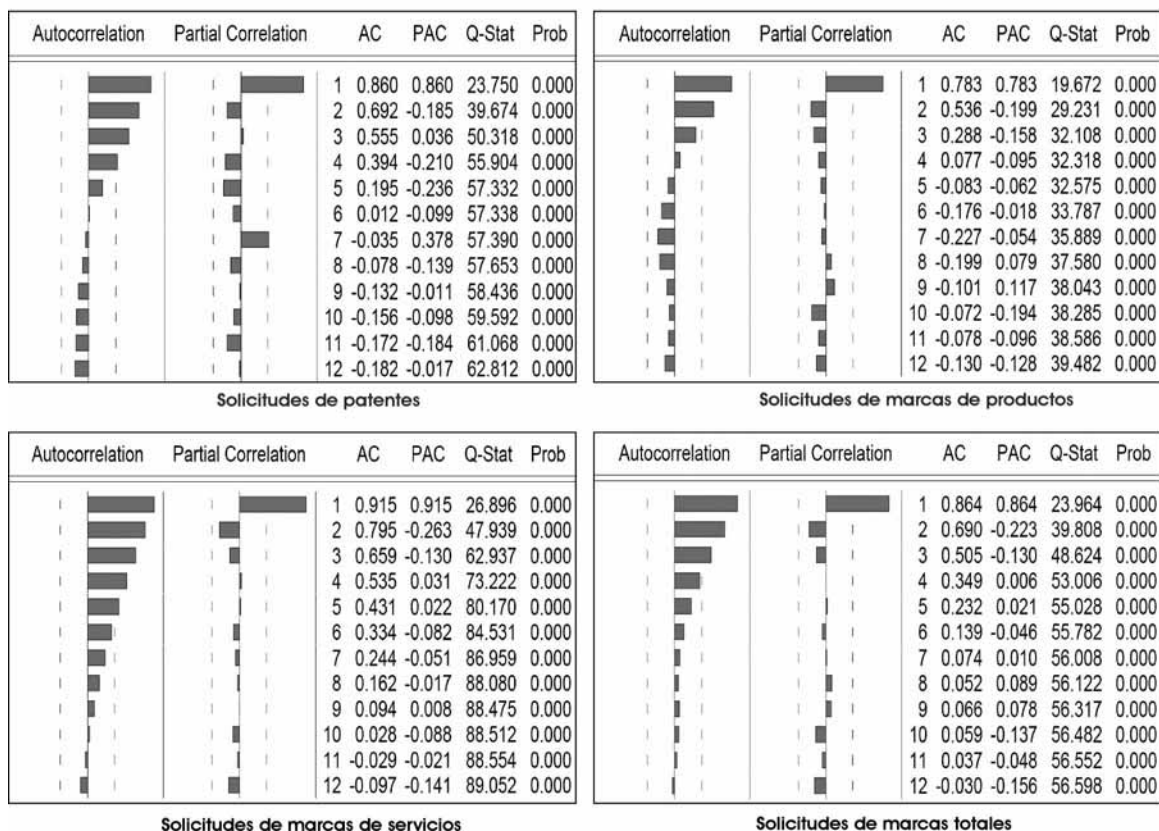
en una serie autorregresiva representa una media ponderada de valores anteriores, por lo que el efecto que tiene una perturbación que sucede en un proceso de tipo autorregresivo se amortigua con el paso del tiempo. Por otra parte, en un proceso de tipo media móvil, una perturbación tiene un efecto en todo el sistema durante un número determinado de periodos (orden de la serie) y después deja de afectar a la serie de manera abrupta. Una vez fijados los parámetros explicativos de un modelo ARIMA se podrá proseguir con la construcción del modelo de la serie estudiada, según la metodología de Box y Jenkins (1970).

En el proceso de modelización de una serie temporal del tipo ARIMA se pueden diferenciar tres pasos: identificación, estimación y diagnóstico. En la fase de identificación de los modelos AR1 y ARIMA con estimación automática de coeficientes se han calculado los correlogramas mediante las funciones de autocorrelación (AC) y autocorrelación parcial (PAC), que se muestran en el gráfico 7 en página siguiente.

En todos los correlogramas evaluados de las cuatro series analizadas se aprecia como la función de autocorrelación presenta una caída rápida tendente a 0 en pocos retardos, mientras que la función autocorrelación parcial presenta solo un pico significativo en el primer retardo. Estos resultados indican que en todas las series analizadas de solicitudes de patentes y marcas es posible encontrarse con un modelo ARIMA (1,0,0) o un modelo ARIMA (1,1,0). Además, los resultados de los correlogramas también sirven para verificar que las series son estacionarias, es decir, tienen la misma media y varianza a lo largo de todo el proceso, lo que ha sido verificado también a través de los test realizados de raíz unitaria de *Dickey-Fuller Aumentado* (ADF) realizados. No obstante, para asegurar el resultado, en el proceso de estimación del modelo ARIMA final se han tomado logaritmos naturales de las series y se han diferenciado las mismas, lo cual ha permitido la conversión de las series en tasas de crecimiento anuales (gráfico 8).

GRÁFICO 7

CORRELOGRAMAS PARA LAS SERIE DE SOLICITUDES DE PATENTES Y MARCAS



FUENTE:
Elaboración propia

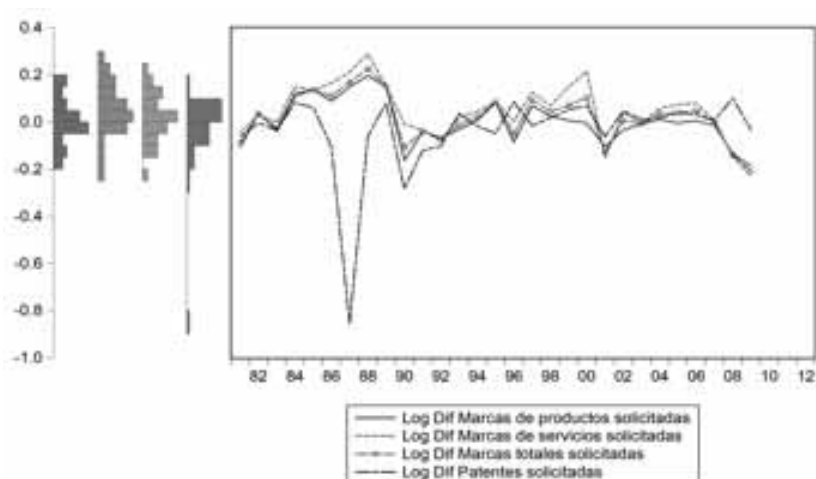


GRÁFICO 8
SOLICITUDES DE PATENTES Y
MARCAS EN PRIMERAS
DIFERENCIAS DE
LOGARITMOS NATURALES

FUENTE:
Elaboración propia

Además, en la fase de identificación del modelo ARIMA se ha empleado la identificación manual por parte

de expertos estadísticos junto con un algoritmo de identificación automática de modelos ARIMA que se

CUADRO 4
 PARÁMETROS DE LOS MODELOS AR1 Y ARIMA (1,1,0)

Modelos	Series		Estimación	ET	t	Sig.
AR1	Patentes	Constante	5715,89	2354,440	2,428	,022
		AR (Retardo 1)	,93	,065	14,320	,000
	Marcas de productos	Constante	32389,56	5515,786	5,872	,000
		AR (Retardo 1)	,90	,078	11,488	,000
	Marcas de servicios	Constante	25010,26	12397,029	2,017	,054
		AR (Retardo 1)	,96	,046	20,699	,000
	Marcas totales	Constante	56797,92	14367,790	3,956	,001
		AR (Retardo 1)	,94	,057	16,482	,000
ARIMA(1,1,0)	Patentes en Logn	Constante	-,003	,015	-,209	,837
		AR (Retardo 1)	,088	,075	1,162	,257
		Diferencia	1			
	Marcas de productos en Logn	Constante	,015	,039	,395	,697
		AR (Retardo 1)	,654	,170	3,850	,001
		Diferencia	1			
	Marcas de servicios en Logn	Constante	,024	,059	,401	,692
		AR (Retardo 1)	,737	,174	4,226	,000
		Diferencia	1			
	Marcas totales en Logn	Constante	,014	,042	,341	,737
		AR (Retardo 1)	,617	,223	2,771	,012
		Diferencia	1			

FUENTE: Elaboración propia

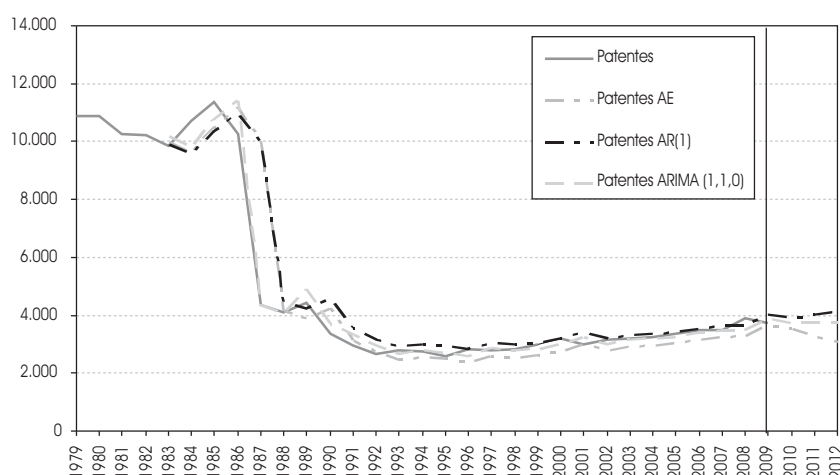


GRÁFICO 9

 MODELOS DE SERIES
 TEMPORALES APLICADOS A
 LAS SOLICITUDES DE PATENTES
 NACIONALES

 FUENTE:
 Elaboración propia

basa en el análisis dinámico programado de los diversos valores de los estadísticos comparativos de los modelos y del ajuste de las funciones de los residuos para asegurar que se componen de ruido blanco. En todos los casos, el modelo ARIMA seleccionado tanto por los expertos humanos como por los algoritmos automáticos de selección de modelos ARIMA fue el modelo ARIMA(1,1,0) de las series en logaritmos naturales.

Para la estimación y diagnóstico de los modelos AR1 y

ARIMA se han aplicado técnicas de modelización con algoritmos de cálculo iterativo. Los valores de los parámetros de estos modelos se muestran en el cuadro 4.

Resultados obtenidos. Para la serie temporal de solicitudes de patentes se observa que, a partir del año 1992, los tres modelos muestran un ajuste similar, con ligeras divergencias en el horizonte temporal a partir del año 2009 (gráfico 9). En este caso, la serie ARIMA (1,1,0) del logaritmo natural de solicitudes de patentes muestra una evolución futura casi plana, el

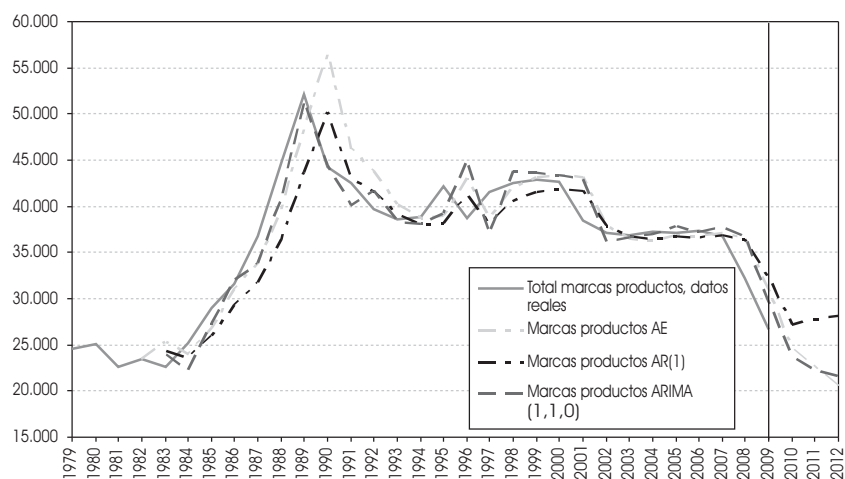


GRÁFICO 10

**MODELOS DE SERIES
TEMPORALES APLICADOS A
LAS SOLICITUDES DE
MARCAS NACIONALES DE
PRODUCTOS**

FUENTE:
Elaboración propia

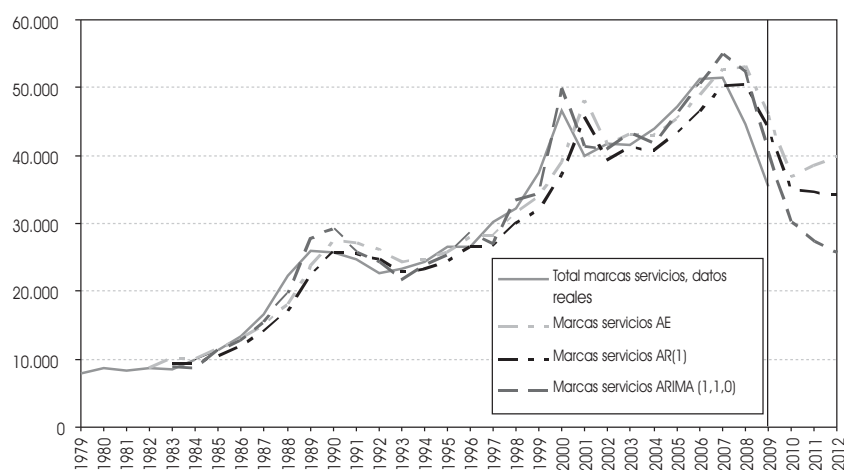


GRÁFICO 11

**MODELOS DE SERIES
TEMPORALES APLICADOS A
LAS SOLICITUDES DE
MARCAS NACIONALES DE
SERVICIOS**

FUENTE:
Elaboración propia

modelo de alisamiento exponencial predice una evolución ligeramente decreciente, y el modelo AR1 prevé un ligero incremento hasta el año 2010, sobrepasando las 4.000 solicitudes de patentes este año.

En el gráfico 10 se aprecia que los tres modelos de series temporales predicen bastante bien la evolución de la serie temporal de solicitudes de marcas de productos, si bien a partir del año 2010 las predicciones del modelo tienden a diferir. Según el modelo AR1 se produciría una evolución casi lineal en el año 2010 para luego crecer ligeramente, mientras que los modelos de alisamiento exponencial y ARIMA apuntan a un probable declive en el número de solicitudes de marcas de productos. Si nos atenemos a la evolución de los modelos calculados, la tendencia final más probable es aquella que se

encuentre entre la media de los resultados de los tres modelos estudiados.

En el caso de las predicciones para la serie de solicitudes de marcas de servicios (gráfico 11) se comprueba que los tres modelos ofrecen escenarios distintos para la evolución del número de solicitudes, siendo el modelo de alisamiento exponencial el que ofrece una previsión más optimista, según la cual en el año 2012 se alcanzarían las 40.000 solicitudes. El modelo AR1 muestra una predicción más lineal, y el modelo ARIMA presenta una evolución decreciente que luego se suaviza a partir del año 2011. Por último, con respecto a la modelización de la evolución de la serie de solicitudes de marcas totales, los tres modelos predictivos presentan también unas ciertas divergencias en el horizonte de predicción que siguen

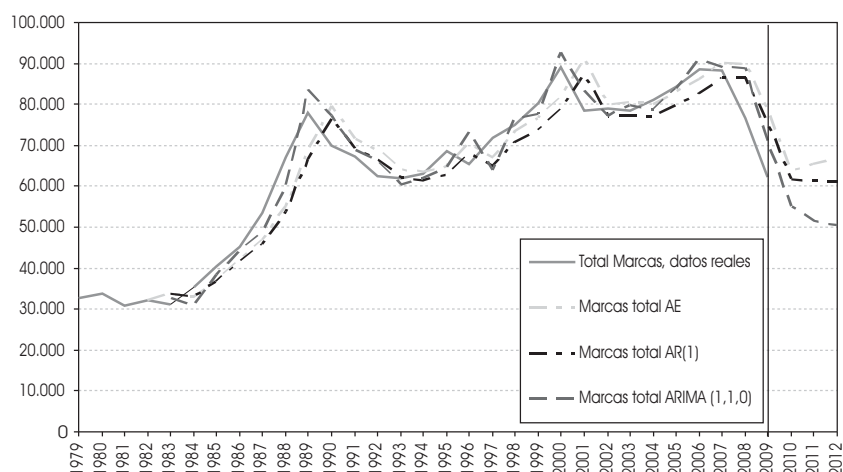


GRÁFICO 12

MODELOS DE SERIES
TEMPORALES APLICADOS A
LAS SOLICITUDES DE
MARCAS NACIONALES
TOTALES

FUENTE:

CUADRO 5
ESTADÍSTICOS DEL MODELO DE ALISAMIENTO EXPONENCIAL

Modelo	Estadísticos de ajuste del modelo								Ljung-Box Q(18)		
	R ² estacionaria	R ²	RMSE	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	BIC normalizado	Estadísticos	GL	Sig
Patentes	40,4%	82,9%	1205,7	12,931	546,8	129,962	5666,4	14,428	3,924	16	,999
Marcas de productos	23,5%	73,0%	3654,7	6,588	2462,2	27,883	12335,9	16,646	16,680	16	,407
Marcas de servicios	17,6%	91,8%	3869,1	8,129	2526,1	29,819	10574,0	16,760	13,767	16	,616
Marcas totales	12,9%	84,4%	6823,2	7,640	5037,9	26,036	16188,2	17,894	13,939	16	,603

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO 6
ESTADÍSTICOS DEL MODELO AR1

Modelo	Estadísticos de ajuste del modelo								Ljung-Box Q(18)		
	R ² estacionaria	R ²	RMSE	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	BIC normalizado	Estadísticos	GL	Sig
Patentes	74,3%	82,9%	1478,0	13,284	658,9	127,599	5563,3	14,835	7,759	17	,971
Marcas de productos	68,2%	68,2%	3966,8	8,031	2819,6	38,033	8924,6	16,809	13,785	17	,682
Marcas de servicios	86,0%	91,9%	5049,6	15,857	3402,9	189,806	16380,3	17,292	5,558	17	,996
Marcas totales	77,2%	84,5%	8257,8	10,557	6130,4	76,957	24700,9	18,276	9,295	17	,931

FUENTE: Elaboración propia

las pautas observadas en la serie de solicitudes de marcas de servicios (gráfico 12).

En los cuadros 5, 6 y 7 (este último en página siguiente) se muestran los estadísticos para la comprobación de diagnóstico y los parámetros principales de estimación de los modelos de alisamiento exponencial, AR1 y ARIMA. Como se puede comprobar en las tablas, el modelo ARIMA (1,1,0) tiene un elevado grado de ajuste (R²) con valores superiores que el resto de modelos y todos con valores muy altos y significativos, además

de presentar unos errores cuadráticos medios muy bajos, aunque los modelos de alisamiento exponencial y AR1 también poseen parámetros de ajuste y errores que se podrían considerar muy buenos.

Por su parte, los estadísticos de Ljung-Box de los tres tipos de modelos calculados nos indican que los modelos se han especificado de forma correcta para las series temporales analizadas, pues tienen valores de significación superiores a 0,05 en todos los casos, lo que también se ha corroborado en los

CUADRO 7
ESTADÍSTICOS DEL MODELO ARIMA (1,1,0)

Modelo	Estadísticos de ajuste del modelo								Ljung-Box Q(18)		
	R ² estacionaria	R ²	RMSE	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	BIC normalizado	Estadísticos	GL	Sig
Patentes (Ln)	88,0%	98,1%	393,9	5,272	248,3	11,733	1176,0	12,440	24,600	17	,104
Marcas de productos (Ln)	46,7%	85,0%	2672,9	5,257	1886,8	15,971	6191,5	13,148	9,984	17	,904
Marcas de servicios (Ln)	54,3%	96,8%	2731,9	6,727	2019,7	17,290	7701,2	16,192	16,543	17	,486
Marcas totales (Ln)	49,3%	92,7%	5727,9	5,871	3834,2	15,858	12164,3	18,283	7,919	17	,968

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 8
COMPARACIÓN DE LA BONDAD DEL AJUSTE DE LOS MODELOS

Serie temporal	Lineal LP	Lineal MP	Lineal CP	Cuadrático	Alisamiento exponencial	AR(1)	ARIMA
Patentes	56,9%	92,5%	89,5%	94,0%	82,9%	82,9%	98,1%
Marcas de productos	15,5%	57,7%	55,5%	78,8%	73,0%	68,2%	85,0%
Marcas de servicios	90,7%	61,8%	0,0%	80,6%	91,8%	91,9%	96,8%
Marcas totales	73,9%	18,1%	12,0%	61,1%	84,4%	84,5%	92,7%

FUENTE: Elaboración propia.

correlogramas de los residuos, que mostraban que éstos no están correlacionados. Por último, los estadísticos de errores (RMSE, MAPE, MAE, MaxAPE y MaxAE) y BIC normalizados también son inferiores en el modelo ARIMA que en los otros modelos (salvo el estadístico BIC en el caso de la serie de marcas totales por una pequeña diferencia), lo cual confirma que el modelo que mejor ajusta los valores es el modelo ARIMA (1,1,0) sobre la serie en logaritmos naturales.

CONCLUSIONES

La capacidad de la Oficina Española de Patentes y Marcas para efectuar una eficiente planificación de sus necesidades de recursos requiere de la aplicación de métodos que le permitan predecir la evolución del número de solicitudes de patentes y marcas en diferentes horizontes temporales. En la actualidad, existen diferentes métodos para predecir el comportamiento de las solicitudes de patentes y marcas en un horizonte temporal de corto plazo. En este estudio se han empleado diferentes modelos de análisis de series temporales y de regresión para estimar una prospectiva de evolución de las series de solicitudes de patentes y de marcas (productos, servicios y totales) nacionales en los próximos tres años.

De los métodos aplicados en este estudio se desprende que los modelos avanzados de series temporales presentan un ajuste muy bueno de los valo-

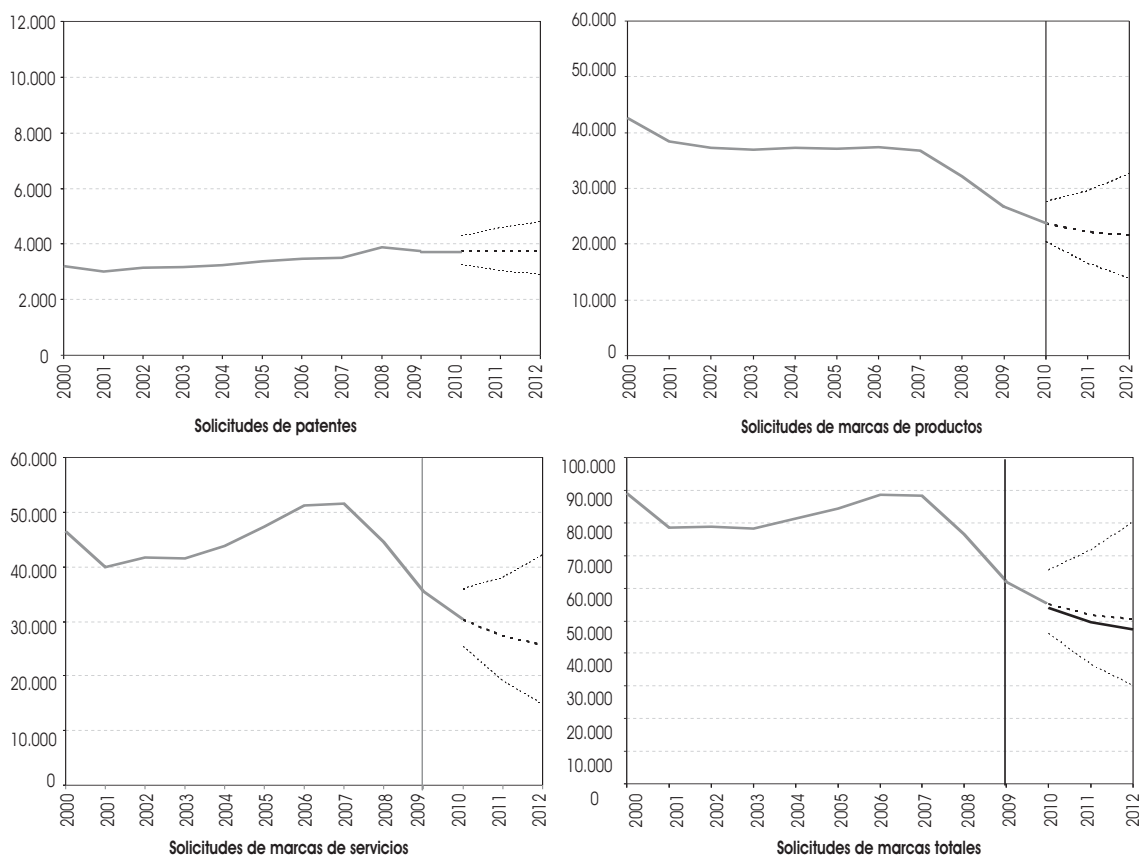
res reales de la serie, en comparación con los modelos de regresión de tendencias (cuadro 8), por lo que sería de esperar que los valores futuros para las series analizadas estén próximos a los valores pronosticados por los modelos ARIMA, AR1 y alisamiento exponencial, y dentro del intervalo de confianza realizado para la predicción. Es importante resaltar también que los resultados de este estudio ponen de manifiesto que es factible modelizar las series de solicitudes de patentes y marcas nacionales con diferentes modelos de series temporales, en especial ARIMA, con resultados de ajuste de modelos satisfactorios y errores relativamente bajos.

Tomando como referencia los resultados obtenidos en la aplicación del modelo ARIMA, la predicción de la tendencia de cada serie temporal se efectúa con unos límites superior e inferior según el nivel de confianza del 95%, siendo este rango el intervalo en que es más probable que se encuentre el valor real futuro de las series analizadas en el horizonte temporal de tres años. El gráfico 13 refleja las tendencias de las previsiones del modelo ARIMA para las diferentes series temporales estudiadas y sus intervalos de confianza en el periodo 2010-2012, mientras que los valores numéricos se muestran en el cuadro 9, donde ICS representa el intervalo de confianza superior e ICI el intervalo de confianza inferior.

De la observación de estos datos se puede concluir que las solicitudes de patentes muestran una predicción de tendencia casi plana, aunque en los límites inferior y superior del intervalo de confianza reflejan

GRÁFICO 13

PREVISIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LAS SERIES TEMPORALES DE SOLICITUDES DE PATENTES Y MARCAS SEGÚN EL MODELO ARIMA


 FUENTE:
Elaboración propia

 CUADRO 9
VALORES DE LA PREVISIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LAS SERIES TEMPORALES DE SOLICITUDES DE PATENTES Y MARCAS SEGÚN EL MODELO ARIMA

Patentes	Previsión	3.740	3.738	3.737
	ICS 95%	4.290	4.570	4.792
	ICI 95%	3.246	3.027	2.869
Marcas de productos	Previsión	23.778	22.303	21.649
	ICS 95%	27.579	29.565	32.535
	ICI 95%	20.391	16.492	13.796
Marcas de servicios	Previsión	30.270	27.322	25.757
	ICS 95%	35.825	38.028	42.039
	ICI 95%	25.400	19.090	14.803
Marcas totales	Previsión	55.071	51.715	50.426
	ICS 95%	65.595	71.663	80.244
	ICI 95%	45.900	36.352	29.983

FUENTE: Elaboración propia.

ligeros descensos o incrementos en el número de solicitudes de patentes. Por su parte, las solicitudes de marcas de productos muestran una tendencia de ligero descenso, algo que sucede también en las series de marcas de servicios y marcas totales. Resulta de interés recordar aquí que las predicciones de evolución futura de marcas en los modelos de alisamiento exponencial y AR1 evaluados (para marcas nacionales de productos, de servicios y totales, y reflejados en los gráficos 10, 11 y 12) mostraban una ligera tendencia futura al alza o aplanada, según los modelos, y que los intervalos de confianza del modelo ARIMA recogen esta posibilidad.

Hay que resaltar que en la predicción del modelo ARIMA para la serie de solicitudes de marcas totales, la suma de las predicciones ARIMA de las series de solicitudes de marcas de productos y marcas de servicios es ligeramente inferior al valor de la predicción para la serie de marcas totales, lo que se debe principalmente a que esta serie incluye un pequeño porcentaje de solicitudes de marcas sin clasificar.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, K., KIM, D., JOUTZ, F.L., TROST, R.P. y MASTROGIANNIS, G. (1997): «Modeling and forecasting U.S. patent application filings». *Journal of Policy Modelling*, vol. 19(5), pgs. 491-535.
- ARORA, A., CECCAGNOLI, M. y COHEN, W. (2003): «R&D and the Patent Premium». NBER Working Paper 9431.
- BOCK, C., GÜNTHER, M., HAFTKA, T.K., MITTER, M. y HÜSLER, J. (2004): «Forecast of trademark applications in Switzerland». *World Patent Information*, vol. 26, pgs. 275-282.
- BOSWORTH, D. y WESTAWAY, T. (1984): «The influence of demand and supply side pressures on the quantity and quality of inventive activity». *Applied Economics*, vol. 16, pgs. 131-146.
- BOX, G. y JENKINS, G. (1970): *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day Inc., San Francisco.
- DOSI, G. (1988): «Sources, procedures and microeconomic effects of innovation». *Journal of Economic Literature*, vol. XXVI, pgs. 1120-1171.
- DRAPER, N.R. y SMITH, H. (1981): *Applied Regression Analysis*. Wiley, USA.
- FREEMAN, C. (1982): *The Economics of Industrial Innovation*. MIT Press, Cambridge, MA.
- GAMBARDELLA, A., HARHOFF, D. y VERSPAGEN, B. (2005): «The value of European patents». *European Management Review*, vol. 5, pgs. 69-84.
- GERSCHENKRON, A. (1962): *Economic Backwardness in Historical Perspective*. The Helman Press, Cambridge, MA.
- HALL, B., GRILICHES, Z. y HAUSMAN, J. (1986): «Patents and R&D: is there a lag?». *International Economic Review*, vol. 27(2), pgs. 265-283.
- HALL, B. (2000): «Innovation and market value», en R. Barrell, G. Mason y M. O'Mahoney (eds): *Productivity, Innovation and Economic Performance*. Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- HALL, B. y ZIEDONIS, R. (2001): «The Patent Paradox Revisited: an Empirical Study of Patenting in the U.S. Semiconductor Industry, 1979-1995». *RAND Journal of Economics*, vol. 32(1), pgs. 129-151.
- HIDALGO, A., MOLERO, J. y GRANDA I. (2007): «Tecnología e industrialización en la economía española de 1950 a 1960. Nueva evidencia a partir de datos de patentes». *Economía Industrial*, 365, pgs. 207-222.
- HIDALGO, A. (2009): «Analysis of the commercial use of Spanish inventions protected by patents between 1996 and 2006». *Journal of Intellectual Property Rights*, vol. 14(1), pgs. 63-69.
- HINGLEY, P. y NICOLAS, M. (2004): «Methods for forecasting numbers of patent applications at the European Patent Office». *World Patent Information*, vol. 26, pgs. 191-204.
- HOBDAI, M. (1995): *Innovation in East Asia: the Challenge to Japan*. Guilford Press, Edward Elgar, New York.
- HOLT, C.C. (1957): *Forecasting Seasonal and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages*. Office of Naval Research. Memorandum N° 52.
- KAMIYAMA, S., SHEEHAN, J. y MARTINEZ, C. (2006): «Valuation and Exploitation of Intellectual Property». STI Working Paper. OECD.
- LEMLEY, M. (2000): «Reconceiving patents in the age of venture capital». *Journal of Small and Emerging Business Law*, vol. 4, pgs. 137-148.
- LONG, C. (2002): «Patent signals». *University of Chicago Law Review*, vol. 69, pgs. 625-679.
- MADDALA, G.S. (2001): *Introduction to Econometrics*. Wiley, USA.
- MANSFIELD, E. (1986): «Patents and innovation: an empirical study». *Management Science*, vol. 32(2), pgs. 173-181.
- MEADE, N. (2000): «Evidence for the selection of forecasting methods». *Journal of Forecasting*, vol. 19, pgs. 515-535.
- PAKES, A. (1986): «Patents as options: some estimates of the value of holding European patent stocks». *Econometrica*, vol. 54(4), pgs. 755-784.
- PAVITT, K. (1982): «R&D, patenting and innovative activity: A statistical exploration». *Research Policy*, vol. 11(1), pgs. 33-51.
- PAVITT, K. (1988): «Uses and abuses of patent statistics», en A.F.J. van Raan (ed): *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*. Elsevier, North-Holland.
- PENA, D., TIAO, G.C. y TSAY, R.S. (2001): *A Course in Time Series Analysis*. John Wiley and Sons, USA.
- ROSENBERG, N. (1976): *Perspectives on Technology*. Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- SCHANKERMAN, M. (1998): «How valuable is patent protection? Estimates by technology field». *RAND Journal of Economics*, 29(1), pgs. 77-107.
- SCHERER, F.M. (1983): «The propensity to patent». *International Journal of Industrial Organization*, vol. 1(1), pgs. 107-128.
- SCHMOOKLER, J. (1954): «The level of inventive activity». *Review of Economics and Statistics*, vol. 36(2), pgs. 183-190.
- SCHMOOKLER, J. (1966): *Invention and Economy Growth*. Harvard University Press, Cambridge, MA.